



PATENT
02581-P0553A WWW/DWA

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant	Fang Lei
Application No. 10/764,908	Filing Date: January 26, 2004
Title of Application:	Image Transmission System From Three Rod Lenses For Rigid Endoscopes
Confirmation No. 3365	Art Unit: 2872
Examiner	Thong Q. Nguyen

Commissioner for Patents
Post Office Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

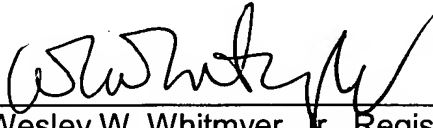
Submission of Priority Document

Dear Sir:

Applicant hereby submits a certified copy of the priority document,
German Application No. 101 36 117.3, to perfect Applicant's claim of priority.

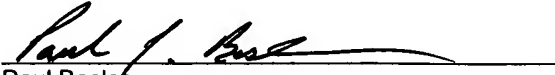
Respectfully submitted,

December 1, 2005


Wesley W. Whitmyer, Jr., Registration No. 33,558
David W. Aldrich, Registration No. 51,159
Attorneys for Applicant
ST.ONGE STEWARD JOHNSTON & REENS LLC
986 Bedford Street
Stamford, CT 06905-5619
203 324-6155

Mailing Certificate: I hereby certify that this correspondence is today being deposited
with the U.S. Postal Service as *First Class Mail* in an envelope addressed to:
Commissioner for Patents and Trademarks; Post Office Box 1450; Alexandria, VA
22313-1450.

December 1, 2005


Paul Bosler

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 101 36 117.3

Anmeldetag: 26. Juli 2001

Anmelder/Inhaber: Karl Storz GmbH & Co. KG,
78532 Tuttlingen/DE

Bezeichnung: Bildübertragungssystem aus drei Stablinsen für starre
Endoskope

IPC: G 02 B, A 61 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 13. Oktober 2005
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident

Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'W. W. W. W.', written over the text 'Im Auftrag'.

Waller

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

Bildübertragungssystem aus drei Stablinsen für starre Endoskope

Die Erfindung betrifft ein Stablinsensystem als Bildübertragungssystem für starre Endoskope und dgl. Sehrohre zur Übertragung eines distalen Zwischenbildes in ein proximales Zwischenbild.

Endoskope und die oben genannten Sehrohre werden außer in der Medizin auch in der Technik zur Beobachtung in Hohlräumen, wie Körperhöhlen, Brennräumen von Motoren, Triebwerken o.ä. eingesetzt. Je nach Tiefe der zu beobachtenden Hohlräume sind unterschiedliche Übertragungslängen durch das Stablinsensystem zu überbrücken.

Dafür werden auch Relaislinsensysteme genannte Bildübertragungssysteme insbesondere in starren Endoskopen und auch anderen Sehrohren wie Technoskopen, Periskopen und dgl. eingesetzt. Endoskope bestehen aus einem Okularteil, der das Okular enthält, sowie einem länglichen Schaft, in dem weitere optische Bauteile untergebracht sind. Bei diesen weiteren optische Bauteilen handelt es sich um das am vorderen (distalen) Ende des Endoskops befindliche Objektiv und um Bildübertragungs- bzw. Relaislinsensysteme. Das Objektiv nimmt die zu beobachtende Szene auf und entwirft in einer ersten Zwischenbildebene ein Zwischenbild. Dieses Zwischenbild wird von einem Bildübertragungs- bzw. Relaislinsensystem erneut abgebildet und in die nächste Zwischenbildebene weitergeleitet, von wo ein weiteres Bildübertragungs- bzw. Relaislinsensystem die Weiterleitung zur nächsten Zwischenbildebene übernehmen kann, bis das Bild zum Okular gelangt.

Die Verwendung von Stablinsen zur Ausbildung von Bildübertragungssystemen ist erstmals von Prof. Hopkins in der GB-PS 954 629 vorgeschlagen worden. Gemäß diesem grundsätzlichen Vorschlag von Prof. Hopkins besteht jedes Bildübertragungssystem aus zwei bikonvexen stabförmigen Linsen und wenigstens zwei weiteren Meniskuslinsen. Durch die Kombination von stabförmigen bikonvexen Linsen mit Meniskuslinsen lässt sich zum einen eine große Bildhelligkeit erzielen, zum anderen lassen sich die bei Bildübertragungssystemen störenden Bildfehler wie Astigmatismus und Bildfeldkrümmung gut kompensieren.

Ausgehend von den Arbeiten von Prof. Hopkins ist in der Folge eine Vielzahl von abgewandelten Bildübertragungssystemen entwickelt und beschrieben worden, bei denen ebenfalls Stablinsen verwendet wurden.

Ein solches Bildübertragungssystem ist beispielsweise aus der EP 0 628 843 bekannt. Dieses bekannte weiterentwickelte Bildübertragungssystem besteht im Ausführungsbeispiel zu Fig. 6 aus einer mittleren und zwei äußeren Stablinsen, wobei an die äußeren

Stablinsen jeweils beidseitig eine konvexe Linse und ein weiteres konkaves Linsenelement gekittet sind. Der sich daraus ergebende Linsenaufbau ist hier konvex-konkav. Die mittlere Linse ist bikonvex und einstückig.

- 5 Ein weiteres Bildübertragungssystem wird in der US 5,805,345 gezeigt, bei dem als Stand der Technik ein aus drei Linsen bestehendes Stablinsensystem erwähnt ist, bei dem die mittlere Linse entweder als Bikonkavlinse mit beidseitig angekitteten Bikonvexlinsen oder als Bikonvexlinse mit beidseitig angekitteten Meniskuselementen ausgebildet ist. In beiden Fällen sind die äußeren Stablinsen identisch und bikonvex.

10

Die US 4,168,882 zeigt ein Stablinsensystem mit zwei direkt um die Mittelebene angeordneten Stablinsen, die auf der nach innen gewandten Seite konkav und auf der nach außen gewandten Seite konvex sind, und zwei außerhalb davon angeordneten konvexen Stablinsen. Dabei kann es sich bei den inneren oder den äußeren Stablinsen um Verbundlinsen handeln, wobei an den Flächen, an denen sich die inneren und die äußeren Stablinsen zugewandt sind, an beide jeweils der inneren oder äußeren Stablinsen ein Meniskuselement gekittet ist. Dabei ist die sich ergebende Verbundstabilinse an der Meniskusseite konvex, und die äußeren Stablinsen sind ferner bezüglich einer zur optischen Achse senkrechten zwischen den inneren Stablinsen gelegenen Symmetrieebene des Bildübertragungssystems symmetrisch zueinander.

20

Weiters ist in der US 5,805,345 ein Stablinsensystem bestehend aus zwei identischen bikonvexen äußeren Stablinsen und einer kleineren mittleren Verbundlinse als für die US 5,805,345 grundlegender Stand der Technik beschrieben. Hierbei ist das Verbundlinsenhauptelement der genannten mittleren Verbundlinse gemäß einem Ausführungsbeispiel bikonkav und mit daran gekitteten bikonvexen Linsenelementen versehen und gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel bikonvex und mit daran gekitteten Meniskuselementen versehen. Beim Aufbau dieser Ausführungsbeispiele sind die äußeren Stablinsen von der mittleren Verbundlinse beabstandet, was durch Abstandsrohre bewirkt werden kann, und, wie oben erwähnt, die mittlere Verbundlinse ist wesentlich kürzer als die beiden äußeren Stablinsen.

25

30

Diese Bildübertragungssysteme ermöglichen zwar eine gute Korrektur des Astigmatismus und der Bildfeldkrümmung, weisen jedoch den Nachteil auf, dass das übertragene proximale Bild merklich dunkler ist als das distale Ausgangsbild.

35

Demgemäß liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, bei möglichst einfachem Aufbau des Stablinsensystems und mit dem gattungsbildenden Stand der Technik vergleichbarer Korrektur der Abbildungsfehler ein möglichst helles Bild bei gegebener Übertragungslän-

ge zu erzielen. Dabei sollen die Bauteilanzahl ebenso wie der Herstellaufwand gering sein.

Gemäß den Oberbegriffen der Patentansprüche 1 und 2 weist ein Bildübertragungssystem für starre Endoskope eine mittlere Stablinse und zwei äußere Stablinsen auf, die zueinander bezüglich einer zur optischen Achse senkrechten Mittelebene des Bildübertragungssystems symmetrisch sind, wobei alle Linsenelemente aus optisch homogenem Material bestehen, alle optisch wirksamen Flächen sphärisch sind und zwei Linsenelemente einander zu- oder voneinander weggewandt an den einander zugewandten Seiten der mittleren und der äußeren Linsen an die Linsenhauptelemente der Stablinsen gekittet sind, so dass die sich daraus ergebende Verbundlinse bikonvex ist.

Erfindungsgemäß wird die oben angeführte Aufgabe dadurch gelöst, dass die Stablinsen Scheitel-an-Scheitel aneinander anliegen und die mittlere Stablinse im Wesentlichen gleich lang oder länger als die äußeren Stablinsen ist.

Durch das erste Merkmal, dass die Stablinsen direkt (Scheitel-an-Scheitel) aneinander anliegen, kann auf Abstandsrohre verzichtet werden, die eine Querschnittsverkleinerung, also eine Verkleinerung der Lichtdurchgangsfläche mit sich bringen.

Das zweite erfindungsgemäße Merkmal, dass die mittlere Stablinse im Wesentlichen gleich lang oder länger als die äußeren Stablinsen ist, bewirkt gegenüber dem Stand der Technik eine Vergrößerung der numerischen Apertur bei Stablinsen. Diese Vergrößerung der numerischen Apertur erlaubt den Durchgang einer größeren Anzahl von Sichtstrahlen, was wiederum eine Erhöhung der Bildhelligkeit bedeutet. Die mittlere Stablinse wird hierbei im Vergleich zum Stand der Technik verlängert und zwar so, dass sie z.B. mindestens 90% der Länge der äußeren Stablinsen besitzt, um eine, wenn nicht optimale, so doch nur um einen vorbestimmten geringen Anteil herabgesetzte Bildhelligkeit zu erzielen, indem die numerische Apertur nur zu einem bestimmten Wert entsprechend der vorgewählten Helligkeit verkleinert wird.

Um eine störende Vignettierung zu verhindern, kann die mittlere Stablinse in der Länge im Verhältnis zu den äußeren Stablinsen nach oben hin begrenzt werden, z.B. auf einen Wert 1,5 mal der Länge der äußeren Stablinsen, was einer vorgewählten maximalen Vignettierung entspricht.

Ein erstes bis dreizehntes Ausführungsbeispiel zeigen vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung.

Im ersten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 sind an ein mittleres bikonkaves Stablinsenhauptelement (11'), das symmetrisch bezüglich seiner zur optischen Achse senkrechten Mittelebene (100) ist, beidseitig Bikonvexlinsenelemente (12', 13') gekittet, die beiden äußeren Stablinsen (20, 30) sind unverkittet, identisch, bikonvex und symmetrisch bezüglich oben genannter Mittelebene (100) angeordnet. Darüberhinaus ist die mittlere Stablins (10') länger als die beiden äußeren Stablinsen (20, 30). Letztere liegen erfindungsgemäß Scheitel-an-Scheitel an der mittleren Verbundstablins (10') an. Ein Abstandsrohr, das an der radialen Außenseite der einzelnen Linsen (10', 20, 30) diese beabstandet, ist somit nicht vorgesehen. Bei diesem wie den folgenden Ausführungsbeispielen sind alle Linsenelemente aus einem optisch homogenen Material und alle optisch wirksamen Flächen (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) aller aufgewiesenen Stablinsen sphärisch. Dieses Ausführungsbeispiel bietet den Vorteil, dass die beiden äußeren Stablinsen (20, 30) einstückig und identisch gefertigt werden können und das mittlere Stablinsenhauptelement (11') auf einfache Weise mit den nach außen gewandten Linsenelementen (12', 13') der mittleren Linse (10') verbunden werden kann.

Das Ausführungsbeispiel eins kann beispielsweise gemäß nachstehender Tabelle ausgeführt sein:

Fläche Nr. i	Radius	Abstand	Brechungsindex	Abbe'sche Zahl
Zwischenbild	Plan	6,5	Luft	
1	34,7	52,0	1,62	36,4
2	-34,7	0	Luft	
3	53,5	2,5	1,57	57,5
4	-14,8	46,0	1,62	36,4
5	14,8	2,5	1,57	57,5
6	-53,5	0	Luft	
7	34,7	52,0	1,62	36,4
8	-34,7	6,5	Luft	
Zwischenbild	Plan	0	Luft	

Dieses Ausführungsbeispiel kann als zweites Ausführungsbeispiel modifiziert werden, indem das mittlere symmetrische Stablinsenhauptelement bikonvex gefertigt wird und daran statt konvexen Linsenelementen Meniskuselemente gekittet werden. Das mittlere Stablinsenhauptelement kann hierbei vorteilhafterweise ähnlich oder gar gleich wie die äußeren Linsen gefertigt werden.

Gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel ist es bei beiden genannten Ausführungsbeispielen auch möglich, die mittlere Linse (10') statt mit einer größeren Länge ungefähr gleich lang wie die äußeren Linsen (20, 30), z.B. mit 90% deren Länge, zu gestalten. Dies hat den Vorteil, dass die Vignettierung geringer ist, z.B. um einen vorgegebenen Prozentsatz, als wenn die mittlere Linse länger als die äußeren Linsen ist.

Weitere ähnliche Ausführungsbeispiele lassen sich als viertes Ausführungsbeispiel, illustriert durch Figuren 4, 5 und 6, von den obigen drei Ausführungsbeispielen ableiten, indem die äußeren Stablinsen (20", 30"; 20^{xx}, 30^{xx}; 20^{xxx}, 30^{xxx}) statt einstückig zu sein, ebenso wie die mittlere (10') als Verbundstablinsen (20", 30"; 20^{xx}, 30^{xx}; 20^{xxx}, 30^{xxx}) aufgebaut sind, das heißt, dass beide äußere Stablinsen (20", 30"; 20^{xx}, 30^{xx}; 20^{xxx}, 30^{xxx}) symmetrisch zueinander bezüglich einer Mittelebene (100) des Bildübertragungssystems mit Linsenelementen (22", 32", 23^{xx}, 33^{xx}) auf der nach innen gewandten Seite und/oder der nach außen gewandten Seite verkittet sind. Diese Linsenelemente (22", 32", 23^{xx}, 33^{xx}) können je nachdem, ob das Stablinsenhauptelement (21", 31"; 21^{xx}, 31^{xx}; 21^{xxx}, 31^{xxx}) der äußeren Stablinsen bikonvex, bikonkav oder konvex-konkav ist, positive oder negative Meniskuselemente (22", 32", 23^{xx}, 33^{xx}) oder bikonvexe Linsenelemente sein. Durch diese Modifikationen lässt sich in vorteilhafter Weise - bei einem erhöhten Herstellungsaufwand - die Bildkrümmung verringern.

Gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel wie in Fig. 2 dargestellt beinhaltet das Stablinsensystem neben einer mittleren Stablinse (10), die symmetrisch bezüglich ihrer zur optischen Achse senkrechten Mittelebene (100) ist, zwei äußere Verbundstablinsen (20', 30'), die zueinander symmetrisch bezüglich oben genannter Mittelebene (100) sind und deren Hauptelemente (21', 31') auf der nach außen gewandten Seite konvex und auf der nach innen gewandten Seite konkav sind. Die mittlere Stablinse (10) ist hier bikonvex und symmetrisch, jedoch unverkittet, also einstückig. Sie kann wie oben beschrieben im Wesentlichen gleich lang wie die äußeren Stablinsen (20', 30') sein oder etwas länger, gemäß einer bevorzugten Ausführungsform maximal 1,5 mal so lang wie die äußeren Stablinsen (20', 30'). An die beiden identischen äußeren Stablinsenhauptelemente (20', 30') ist auf der nach innen gewandten Seite jeweils ein bikonvexes Linsenelement (22', 32') gekittet. Auch hier liegen wie in allen folgenden Ausführungsbeispielen die beiden äußeren Verbundstablinsen (20', 30') an der mittleren Stablinse (10) Scheitel-an-Scheitel an, was Abstandshalter überflüssig macht. Ein Vorteil dieser Ausführungsform ist, dass hierbei an die Verbundlinsen Hauptelemente (21', 31') jeweils nur einseitig ein Linsenelement (22', 32') gekittet wird, was insbesondere bezüglich Halterung des Hauptelements ein einfacher Herstellungsvorgang ist.

Dieses Ausführungsbeispiel kann als ein sechstes Ausführungsbeispiel modifiziert werden, indem die äußeren Stablinsenhauptelemente bikonvex statt konvex-konkav gefertigt werden und daran statt konvexen Linsenelementen Meniskuselemente gekittet werden. Das mittlere Stablinsenhauptelement kann hierbei ähnlich oder gar gleich wie die äußeren Linsen gefertigt werden. Ein Vorteil dieser Ausführung liegt darin, dass die optisch wirksamen Flächen aller Stablinsen, d.h. der beiden Hauptelemente der äußeren Stablinsen und der mittleren Stablinse, konvex sind und gegebenenfalls identisch, d.h. gleich hergestellt werden können.

Bei den Ausführungsbeispielen fünf und sechs sind folgende Modifizierungen möglich:

Als Ausführungsbeispiel sieben kann das mittlere Stabelement (10') gemäß Fig. 4 anstatt einstückig zu sein, ebenso als Verbundstabilinse (10') aufgebaut sein, und zwar sowohl als bikonvexes Stablinsenhauptelement mit beidseitig daran gekitteten positiven oder negativen Meniskuselementen als auch als bikonkaves Stablinsenhauptelement (10') mit beidseitig daran gekitteten Bikonvexlinsen (12', 13'). Ferner können als ein in Fig. 6 dargestelltes Ausführungsbeispiel acht bei den Ausführungsbeispielen fünf und sechs die äußeren Stablinsen (20^{''xx}, 30^{''xx}) neben den auf der nach innen gewandten Seite daran gekitteten Linsenelementen (22'', 32'') zusätzlich auf der nach außen gewandten Seite daran gekittete Linsenelemente (23^{xx}, 33^{xx}) aufweisen; diese nach außen gewandten Linsenelemente (23^{xx}, 33^{xx}) der äußeren Stablinsen (20^{''xx}, 30^{''xx}) können bikonvex sein, wenn die nach außen gewandte Seite der äußeren Stablinsenhauptelemente konkav ausgebildet ist, oder sie können auf der nach innen gewandten Seite konkav und auf der nach außen gewandten Seite konvex sein, also Meniskuselemente (23^{xx}, 33^{xx}), wenn die äußeren Stablinsenhauptelemente (21^{''xx}, 31^{''xx}) auf ihrer nach außen gewandten Seite eine konvexe Krümmung aufweisen. Erfindungsgemäß sind die äußeren Stablinsen (20, 30; 20', 30'; 20^{''xx}, 30^{''xx}; 20'', 30''; 20^{xx}, 30^{xx}; 20^{'''xx}, 30^{'''xx}) immer so aufgebaut, dass sie symmetrisch zueinander bezüglich einer zur optischen Achse senkrechten Mittelebene (100) des Bildübertragungssystems sind. Durch die Modifikationen der Ausführungsbeispiele sieben und acht lässt sich in vorteilhafter Weise die Bildkrümmung verringern.

In den obigen Ausführungsbeispielen können als ein Ausführungsbeispiel neun die Linsenhauptelemente der Verbundlinse oder Verbundlinsen sofern sie bikonvex oder -konkav sind, symmetrisch bezüglich ihrer zur optischen Achse senkrechten Mittelebene ausgeführt sein. Der Vorteil einer derartigen symmetrischen Ausführung liegt in einem besser zu vereinheitlichenden Herstellungsprozess.

Ebenso kann, was einem Ausführungsbeispiel zehn (ersichtlich in den Figuren 1, 4, 5 oder 6) entspricht, in den obigen Ausführungsbeispielen die mittlere Stablinse (10'), sofern

sie als Verbundstabilinse (10') ausgeführt ist, Enden aufweisen, die bezüglich einer durch die mittlere Stablinse (10') senkrecht zur optischen Achse verlaufenden Symmetrieebene (100) symmetrisch sind. Dabei sind vorteilhafterweise die Enden der Linsenelemente (10') vereinheitlicht.

5

Bei einem Ausführungsbeispiel elf (ersichtlich in den Figuren 1, 2, 3, 4, 5 oder 6) können die an das Hauptelement gekitteten Linsenelemente (12', 13'; 22', 32'; 22', 23^{xx}, 32', 33^{xx}; 22'', 12', 13', 32''; 23^{xx}, 12', 13', 33^{xx}; 23^{xx}, 22'', 12', 13', 32'', 33^{xx}) bezüglich vorstehend genannter Symmetrieebene (100) auch als ganzes symmetrisch zueinander sein, was einen Vorteil durch weitere Vereinheitlichung eben der gesamten Linsenelemente bedeutet.

10

Bei den genannten Ausführungsformen mit einer mittleren Verbundlinse (ersichtlich in den Figuren 1, 4, 5 oder 6), kann gemäß einem Ausführungsbeispiel zwölf diese Verbundlinse (10') als Verbund zwischen dem Stablinsenhauptelement (11') und den daran gekitteten Linsenelementen (12', 13') als ein Zylinder (10') ausgebildet sein.

15

In einem Ausführungsbeispiel dreizehn (ersichtlich in den Figuren 2 bis 6) sind bei den oben angeführten Ausführungsbeispielen mit äußeren Verbundstablinsen (20', 30', 20'^{xx}, 30'^{xx}; 20'', 30''; 20^{xx}, 30^{xx}; 20''^{xx}, 30''^{xx}) diese als Zylinder ausgebildet (20', 30', 20'^{xx}, 30'^{xx}; 20'', 30''; 20^{xx}, 30^{xx}; 20''^{xx}, 30''^{xx}).

20

Weitere Abänderungen sind dergestalt möglich, dass an bestimmten Enden eines oder mehrerer Verbundlinsenstabhautelemente statt einem Linsenelement (12', 13'; 22', 32'; 22', 23^{xx}, 32', 33^{xx}; 22'', 12', 13', 32''; 23^{xx}, 12', 13', 33^{xx}; 23^{xx}, 22'', 12', 13', 32'', 33^{xx}) auch eine Mehrzahl von Linsenelementen gekittet sein kann. Zum Beispiel ist ein Ausführungsbeispiel dreizehn anzuführen, das dem Ausführungsbeispiel eins entspricht, wobei allerdings zusätzlich zu den an das Linsenhautelement (11') der mittleren Stablinse (10') auf der nach außen gewandten Seite gekitteten Bikonvexlinsenelementen (12', 13') auf der nach außen gewandten Seite an diese noch Meniskuselemente gekittet sind. Hier ergibt sich als Vorteil, dass die Bildkrümmung verringert werden kann.

25

30

Ergänzend zu den dargestellten und beschriebenen Ausführungsbeispielen wird darauf hingewiesen, dass selbstverständlich jederzeit optisch nicht wirksame Flächen, insbesondere Planflächen, in das Bildübertragungssystem eingefügt werden können, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen. Damit können die einzelnen Linsen auch aus noch mehr Elementen als in den obigen Ausführungsbeispielen aufgebaut sein. Die notwendigen Anpassungen der Daten der jeweils zusätzlichen Linsenelemente bei der Verwen-

35

dung von Linsen aus noch mehr Elementen können in bekannter Weise mit handelsüblichen Optik-Design-Programmen erfolgen.

Patentansprüche

1. Bildübertragungssystem für starre Endoskope und dgl. Sehrohre mit einer mittleren Stablinse (10') und zwei äußeren Stablinen (20, 30; 20", 30"; 20^{xx}, 30^{xx}; 20^{xxx}, 30^{xxx}), die zueinander bezüglich einer zur optischen Achse senkrechten Mittelebene (100) des Bildübertragungssystem symmetrisch sind, wobei

- alle Linsenelemente (11', 12', 13', 21, 31; 32'; 23^{xx}, 21^{xx}, 31^{xx}, 33^{xx}; 21", 22", 31", 32") aus optisch homogenem Material bestehen,

- alle optisch wirksamen Flächen (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) sphärisch sind,

- die mittlere Stablinse (10') eine Verbundstablinse (10') ist, die aus einem Stablinsen-hauptelement (11') und daran gekitteten Linsenelementen (12', 13') besteht, so dass die sich daraus ergebende Verbundstablinse (10') bikonvex ist,

- die äußeren Stablinen (20, 30; 20", 30"; 20^{xx}, 30^{xx}; 20^{xxx}, 30^{xxx}) bikonvex sind,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Stablinen (10'; 20, 30; 20", 30"; 20^{xx}, 30^{xx}; 20^{xxx}, 30^{xxx}) Scheitel-an-Scheitel aneinander anliegen und

- die mittlere Stablinse (10') im Wesentlichen gleich lang oder länger als die äußeren Stablinen (20, 30; 20", 30"; 20^{xx}, 30^{xx}; 20^{xxx}, 30^{xxx}) ist.

2. Bildübertragungssystem für starre Endoskope und dgl. Sehrohre mit einer mittleren Stablinse (10; 10') und zwei äußeren Stablinen (20', 30'; 20^{xx}, 30^{xx}; 20", 30"; 20^{xx}, 30^{xx}; 20^{xxx}, 30^{xxx}), die zueinander bezüglich einer zur optischen Achse senkrechten Mittelebene (100) des Bildübertragungssystem symmetrisch sind, wobei

- alle Linsenelemente (11, 21', 22', 31'; 32'; 23^{xx}, 21^{xx}, 31^{xx}, 33^{xx}; 11', 12', 13', 21", 22", 31", 32") aus optisch homogenem Material bestehen,

- alle optisch wirksamen Flächen (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) sphärisch sind,

- die äußeren Stablinen (20', 30'; 20^{xx}, 30^{xx}; 20", 30"; 20^{xx}, 30^{xx}; 20^{xxx}, 30^{xxx}) Verbundstablinen (20', 30'; 20^{xx}, 30^{xx}; 20", 30"; 20^{xx}, 30^{xx}; 20^{xxx}, 30^{xxx}) sind, die Stablinsen-hauptelemente (21', 31'; 21^{xx}, 31^{xx}; 21", 31"; 21^{xx}, 31^{xx}; 21^{xxx}, 31^{xxx}) und auf der nach innen gewandten Seite daran gekittete Linsenelemente (22', 32'; 22', 32', 23^{xx}, 33^{xx}; 22", 32"; 23^{xx}, 33^{xx}) aufweisen, so dass die sich daraus ergebenden Verbundstablinen (20', 30'; 20^{xx}, 30^{xx}; 20", 30"; 20^{xx}, 30^{xx}; 20^{xxx}, 30^{xxx}) bikonvex sind,

- die mittlere Stablinse (10; 10') bikonvex ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Stablinen (10, 20', 30'; 10, 20^{xx}, 30^{xx}; 10', 20", 30"; 10' 20^{xx}, 30^{xx}; 10', 20^{xxx}, 30^{xxx}) Scheitel-an-Scheitel aneinander anliegen und

- die mittlere Stablinse (10; 10') im Wesentlichen gleich lang oder länger als die äußeren Stablinen (20', 30'; 20^{xx}, 30^{xx}; 20", 30"; 20^{xx}, 30^{xx}; 20^{xxx}, 30^{xxx}) ist.

3. Bildübertragungssystem für starre Endoskope und dgl. Sehrohre nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- das Stablinsenhauptelement (11') eine Bikonkavlinse ist und die daran gekitteten Linsenelemente (12', 13') Bikonvexlinsen sind.

4. Bildübertragungssystem für starre Endoskope und dgl. Sehrohre nach Patentanspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Stablinsenhauptelemente (21', 31'; 21^{xx}, 31^{xx}; 21'', 31''; 21^{xx}, 31^{xx}; 21^{xxx}, 31^{xxx}) auf der nach außen gewandten Seite konvexe und auf der nach innen gewandten Seite konkave Linsen sind und
- die auf der nach innen gewandten Seite daran gekitteten Linsenelemente (22', 32'; 22', 32', 23^{xx}, 33^{xx}; 22'', 32''; 23^{xx}, 33^{xx}) Bikonvexlinsen sind.

5. Bildübertragungssystem für starre Endoskope und dgl. Sehrohre nach einem der Patentansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Stablinsenhauptelemente (11'; 21', 31'; 21^{xx}, 31^{xx}; 21'', 31''; 21^{xx}, 31^{xx}; 21^{xxx}, 31^{xxx}) Bikonvexlinsen sind und
- die daran gekitteten Linsenelemente (23^{xx}, 33^{xx}; 22'', 32'') Meniskuselemente sind.

6. Bildübertragungssystem für starre Endoskope und dgl. Sehrohre nach Patentanspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Meniskuselemente (23^{xx}, 33^{xx}; 22'', 32'') positive Meniskuselemente sind.

7. Bildübertragungssystem für starre Endoskope und dgl. Sehrohre nach Patentanspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Meniskuselemente (23^{xx}, 33^{xx}; 22'', 32'') negative Meniskuselemente sind.

8. Bildübertragungssystem für starre Endoskope und dgl. Sehrohre nach einem der vorstehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Länge der mittleren Stablinse (10; 10') im Wesentlichen der der äußeren Stablinsen (20', 30'; 20^{xx}, 30^{xx}; 20'', 30''; 20^{xx}, 30^{xx}; 20^{xxx}, 30^{xxx}) entspricht.

9. Bildübertragungssystem für starre Endoskope und dgl. Sehrohre nach einem der vorstehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Stablinsenhauptelemente (11', 21, 31; 11; 11'; 21'', 31''; 11', 21^{xx}, 31^{xx}; 11', 21^{xxx}, 31^{xxx}) symmetrisch bezüglich ihrer zur optischen Achse senkrechten Mittelebene sind.

10. Bildübertragungssystem für starre Endoskope und dgl. Sehrohre nach einem der vorstehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Stablinsenhauptelemente (11', 21, 31; 11, 21', 31'; 11', 21^{xx}, 31^{xx}; 21'', 31''; 11', 21^{xx}, 31^{xx}; 11', 21^{xxx}, 31^{xxx}) bezüglich ihrer zur optischen Achse senkrechten Mittelebene unsymmetrisch sind.

11. Bildübertragungssystem für starre Endoskope und dgl. Sehrohre nach einem der vorstehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die mittlere Stablinse (10; 10') bezüglich einer durch die mittlere Stablinse (10; 10') senkrecht zur optischen Achse verlaufenden Symmetrieebene (100) symmetrische Enden (3, 6) aufweist.

12. Bildübertragungssystem für starre Endoskope und dgl. nach einem der vorstehenden Patentansprüche, sofern er nicht von Patentanspruch 2 abhängig ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die mittlere Verbundstablinse (10) symmetrisch bezüglich einer durch die mittlere Stablinse (10) senkrecht zur optischen Achse verlaufenden Symmetrieebene (100) ist.

13. Bildübertragungssystem für starre Endoskope und dgl. Sehrohre nach einem der vorstehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die an die Stablinsenhauptelemente (11'; 21', 31'; 21^{xx}, 31^{xx}; 21'', 31''; 21^{xx}, 31^{xx}; 21^{xxx}, 31^{xxx}) gekitteten Linsenelemente (12', 13'; 22', 32'; 22', 32', 23^{xx}, 33^{xx}; 22'', 32''; 23^{xx}, 33^{xx}) bezüglich einer durch die mittlere Stablinse (10; 10') senkrecht zur optischen Achse verlaufenden Symmetrieebene (100) zueinander symmetrisch sind.

14. Bildübertragungssystem für starre Endoskope und dgl. Sehrohre nach einem der vorstehenden Patentansprüche, sofern er nicht von Patentanspruch 2 abhängig ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- das Stablinsenhauptelement (11') der mittleren Stablinse (10') und die daran gekitteten Linsenelemente (12', 13') die mittlere Stablinse (10') als einen Zylinder ausbilden.

15. Bildübertragungssystem für starre Endoskope und dgl. Sehrohre nach einem der vorstehenden Patentansprüche, sofern er nicht von Patentanspruch 2 abhängig ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Stablinsenhauptelemente (21', 31'; 21^{xx}, 31^{xx}; 21'', 31''; 21^{xx}, 31^{xx}; 21^{xxx}, 31^{xxx}) der äußeren Stablinsen (20', 30'; 20^{xx}, 30^{xx}; 20'', 30''; 20^{xx}, 30^{xx}; 20^{xxx}, 30^{xxx}) und die daran gekitteten Linsenelemente (22', 32'; 23^{xx}, 22', 33^{xx}, 32'; 22, 32''; 23^{xx}, 33^{xx}; 23^{xx}, 33^{xx}, 22'', 32'') die äußeren Stablinsen (20', 30'; 20^{xx}, 30^{xx}; 20'', 30''; 20^{xx}, 30^{xx}; 20^{xxx}, 30^{xxx}) als Zylinder ausbilden.

16. Bildübertragungssystem für starre Endoskope und dgl. Sehrohre nach einem der vorstehenden Patentansprüche, sofern er nicht von Patentanspruch 1 abhängig ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- keine Abstandsrohre zwischen den Stablinsen (10; 10'; 20, 30; 20', 30'; 20^{xx}, 30^{xx}; 20'', 30''; 20^{xx}, 30^{xx}; 20^{'''xx}, 30^{'''xx}) verwendet werden.

17. Bildübertragungssystem für starre Endoskope und dgl. Sehrohre nach einem der vorstehenden Patentansprüche, sofern er nicht von Patentanspruch 2 abhängig ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die äußeren Stablinsen (20, 30) einstückig sind.

18. Bildübertragungssystem für starre Endoskope und dgl. Sehrohre nach einem der Patentansprüche 1 bis 16, sofern er nicht von Patentanspruch 17 abhängig ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die äußeren Stablinsen (20', 30'; 20^{xx}, 30^{xx}; 20'', 30'', 20^{xx}, 30^{xx}; 20'', 30''; 20^{'''xx}, 30^{'''xx}) Verbundstablinsen sind, die Stablinsenhauptelemente (21', 31'; 21^{xx}, 31^{xx}; 21'', 31'', 21^{xx}, 31^{xx}; 21'', 31''; 21^{'''xx}, 31^{'''xx}) und auf der nach innen gewandten Seite daran gekittete Linsenelemente (22', 32'; 22'', 32'') aufweisen, so dass die sich daraus ergebenden Verbundstablinsen (20', 30'; 20^{xx}, 30^{xx}; 20'', 30'', 20^{xx}, 30^{xx}; 20'', 30''; 20^{'''xx}, 30^{'''xx}) bikonvex sind.

18. Bildübertragungssystem für starre Endoskope und dgl. Sehrohre nach einem der Patentansprüche 1 bis 16 und 18, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die äußeren Stablinsen (20^{xx}, 30^{xx}; 20'', 30''; 20^{xx}, 30^{xx}; 20^{'''xx}, 30^{'''xx}) Verbundstablinsen sind, die Stablinsenhauptelemente (21^{xx}, 31^{xx}; 21'', 31''; 21^{'''xx}, 31^{'''xx}) und auf der nach außen gewandten Seite daran gekittete Linsenelemente (23^{xx}, 33^{xx}) aufweisen, so dass die sich daraus ergebenden Verbundstablinsen (20', 30'; 20^{xx}, 30^{xx}; 20'', 30''; 20^{xx}, 30^{xx}; 20^{'''xx}, 30^{'''xx}) bikonvex sind.

19. Bildübertragungssystem für starre Endoskope und dgl. Sehrohre nach einem der Patentansprüche 2 bis 18, sofern er nicht von Patentanspruch 1 abhängig ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die innere Stablinse (10) einstückig ist.

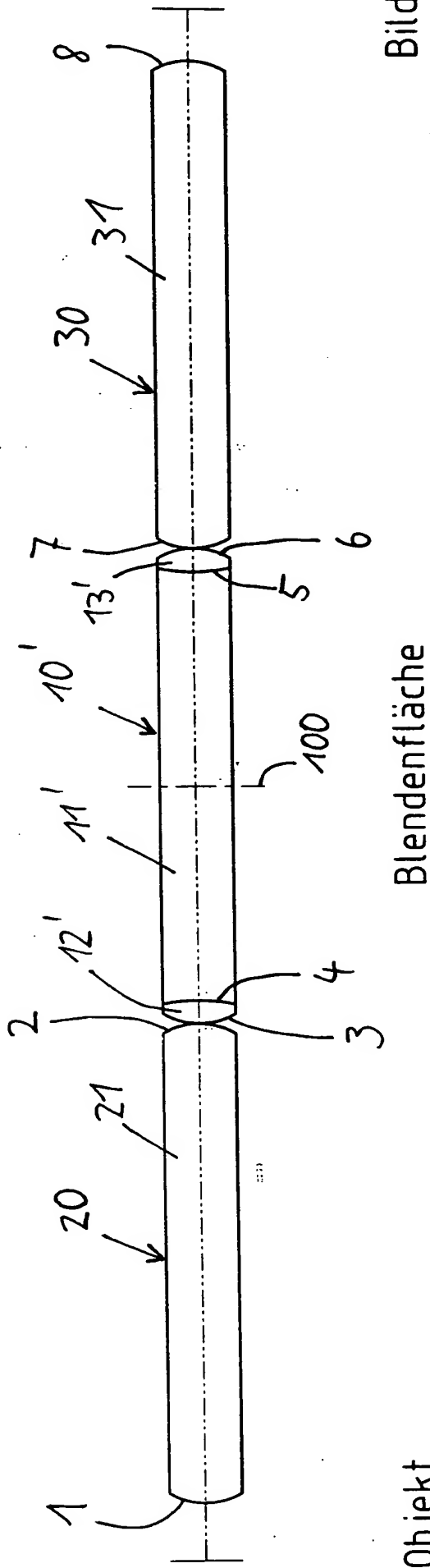
20. Bildübertragungssystem für starre Endoskope und dgl. Sehrohre nach einem der Patentansprüche 2 bis 18, sofern er nicht von Patentanspruch 1 abhängig ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die innere Stablinse (10') eine Verbundstablinse ist, die ein Stablinsenhauptelement (11') und auf der nach außen gewandten Seite daran gekittete Linsenelemente (1', 13') aufweist, so dass die sich daraus ergebende Verbundstablinse (10') bikonvex ist.

21. Bildübertragungssystem für starre Endoskope und dgl. Sehrohre nach einem der vorstehenden Patentansprüche, sofern er nicht von Patentanspruch 1 abhängig ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- eines oder mehrere der Linsenhauptelemente mit einer Mehrzahl auf der nach außen gewandten Seite daran bzw. aneinander gekitteter Linsenelemente versehen sein können.

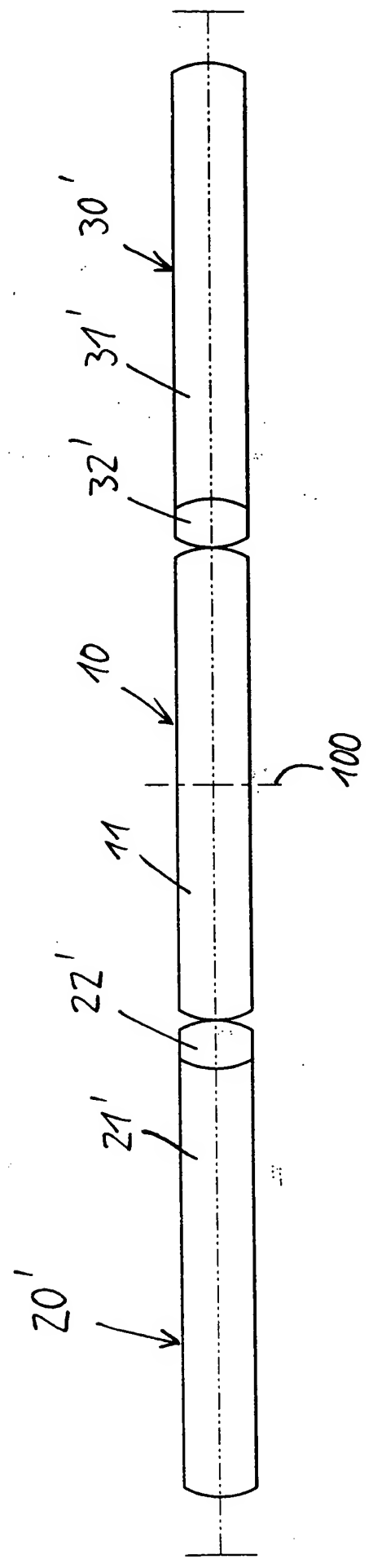
Fig. 1



Objekt

Blendenfläche

Fig. 2

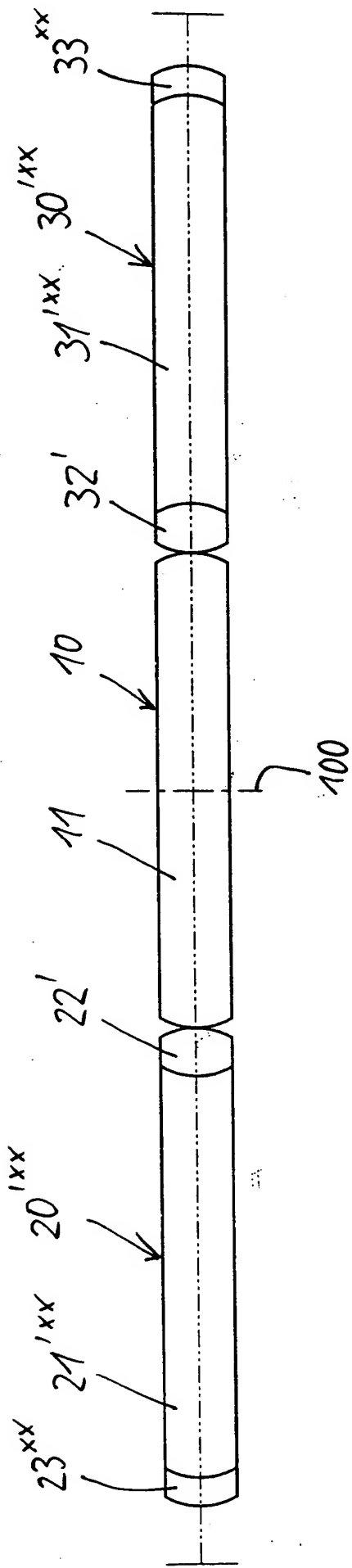


Blendenfläche

Bild

Objekt

Fig. 3

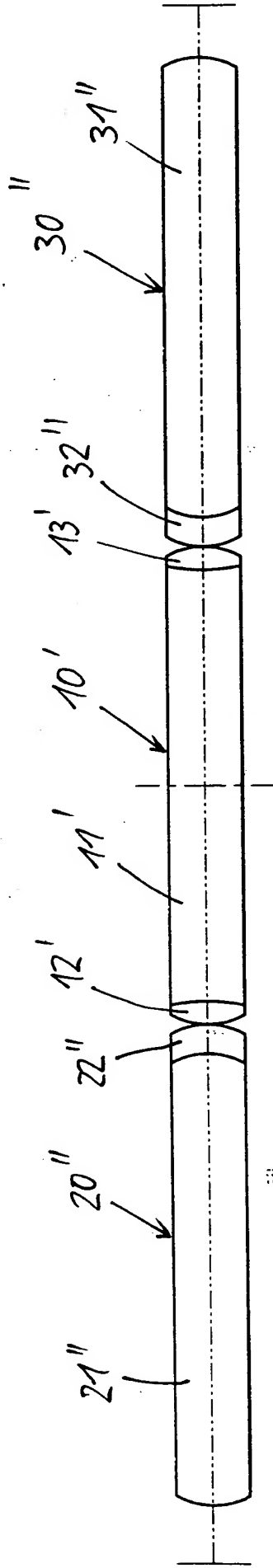


Blendenfläche

Objekt

Bild

Fig. 4

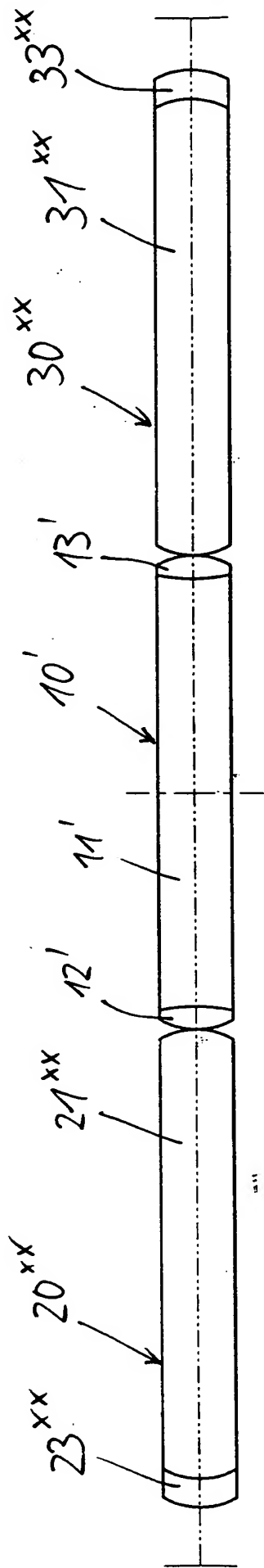


Blendenfläche

Bild

Objekt

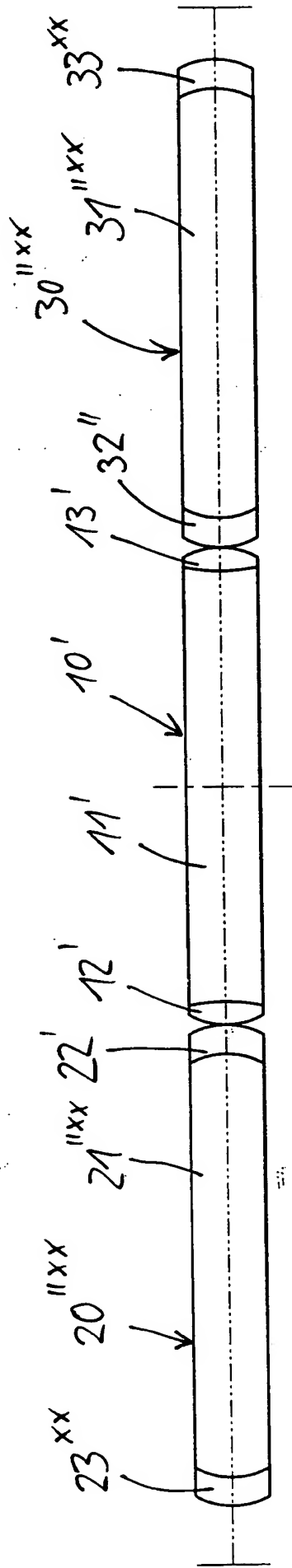
Fig. 5



Objekt

Blendenfläche

Bild



Objekt

Blendenfläche

Bild

Fig. 6

Zusammenfassung

Ein erfindungsgemäßes Bildübertragungssystem für starre Endoskope weist eine mittlere Stablinse und zwei äußere Stablinsen auf, die zueinander bezüglich einer zur optischen Achse senkrechten Mittelebene des Bildübertragungssystems symmetrisch sind, wobei
5 alle Linsenelemente aus optisch homogenem Material bestehen, alle optisch wirksamen Flächen sphärisch sind und zwei Linsenelemente einander zu- oder voneinander wegge- wandt an den einander zugewandten Seiten der mittleren und der äußeren Linsen an die Linsenhauptelemente der Stablinsen gekittet sind, so dass die sich daraus ergebende
10 Verbundlinse bikonvex ist.

Bei der Erfindung liegen die Stablinsen Scheitel-an-Scheitel aneinander an und die mittlere Stablinse im Wesentlichen gleich lang oder länger als die äußeren Stablinsen ist.

15 Durch diese erfindungsgemäße Lösung, wird ein möglichst helles Bild bei gegebener Übertragungslänge mit einem einfachen Aufbau des Stablinsensystems und mit einer Korrektur der Abbildungsfehler erzielt, die dem Stand der Technik vergleichbar ist. Dabei ist die Bauteilanzahl ebenso wie der Herstellaufwand gering.